

## LASER DEVICE

Publication number: JP58057767

Publication date: 1983-04-06

Inventor: ISHIWATARI HIROMASA

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- international: A61B18/20; A61B17/00; B23K26/00; H01S3/00; H01S3/102; A61B18/20; A61B17/00; B23K26/00; H01S3/00; H01S3/102; (IPC1-7): A61B17/00; B23K26/00; H01S3/00

- European: H01S3/00D

Application number: JP19810157243 19811001

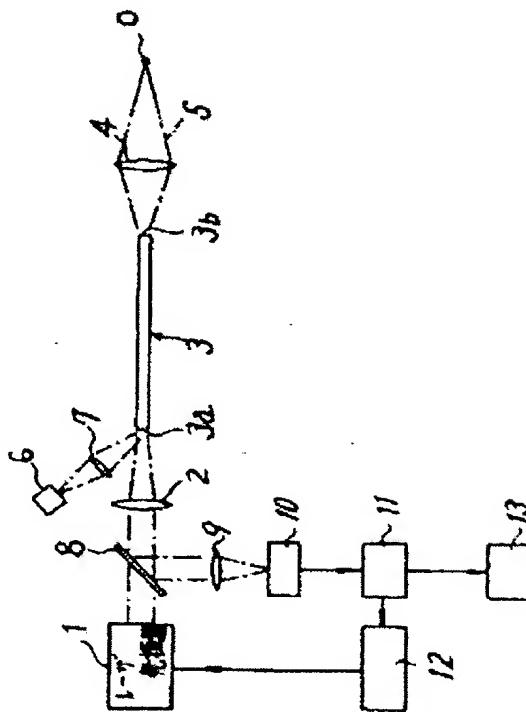
Priority number(s): JP19810157243 19811001

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP58057767

**PURPOSE:** To accurately detect breakdown or fusing of optical transmission fiber by guiding the CO<sub>2</sub> laser beam to the lens, guiding the light beam of the second light source to the fiber and then reflecting the light emitted from the incident edge surface after reflection at the inside of the beam splitter.

**CONSTITUTION:** The CO<sub>2</sub> laser beam 1 is converged 2 and then input to the incident edge surface 3a of the optical fiber, then output with the specified diverging angle, then converged 4 and thereby necessary energy density is obtained at the focus O. When the light beam which is different in the wavelength from the CO<sub>2</sub> laser is input to the optical axis of fiber 3 from the light source 6 with the specified inclination, the light beam is partly emitted from the edge surface 3b and partly emitted from the incident surface end 3a after reflection. The CO<sub>2</sub> laser beam transmits through the beam splitter 8 and only the second light beam is reflected. The reflected beam is converged 9, the detected output 10 is processed 11 and thereby an output of oscillator 1 is controlled. According to this structure, when there is a crack on the optical fiber 3, the light beam of second light source 6 is almost absorbed thereby and amount of reflected light is attenuated and therefore the oscillator 1 is stopped and an alarm 13 is issued.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

⑯ 日本国特許庁 (JP)  
⑯ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭58-57767

8/17

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/00  
A 61 B 17/00  
B 23 K 26/00

識別記号

厅内整理番号  
6370-5F  
7058-4C  
7362-4E

⑬ 公開 昭和58年(1983)4月6日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

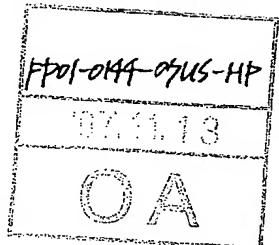
(全 5 頁)

⑯ レーザ装置

⑯ 特願 昭56-157243  
⑯ 出願 昭56(1981)10月1日  
⑯ 発明者 石渡裕政

門真市大字門真1006番地松下電器産業株式会社内

⑯ 出願人 松下電器産業株式会社  
門真市大字門真1006番地  
⑯ 代理人 弁理士 森本義弘



明細書

1. 発明の名称

レーザ装置

2. 特許請求の範囲

1. レーザ光を発生する第1の光源と、レーザ光を集束するレンズと、レーザ光を伝送する可搬性の光ファイバと、前記レーザ光と波長が異なる光を発生する第2の光源と、第2の光源からの光を前記光ファイバの入射端面に焦点を結ばせるレンズと、前記光ファイバの出射端面または破断または溶断箇所から反射され再び前記入射端面から出射する前記第2の光源からの光を分岐するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分岐された光を検出する光検出器と、この光検出器の信号を処理する信号処理回路と、信号処理回路の出力で前記第1の光源の出力を制御する制御回路と、前記信号処理回路の信号によって動作する表示警報装置とを設けたレーザ装置。

2. 第1の光源からのレーザ光は光ファイバの

光軸に一致する方向から入射し、第2の光源からの光は光ファイバの光軸に対して傾いた方向から入射するよう構成した特許請求の範囲1項記載のレーザ装置。

3. ビームスプリッタを、第1の光源からのレーザ光が偏光している場合にレーザ光の波長に対してブリュースター角となるよう配設した特許請求の範囲1項記載のレーザ装置。

4. 発明の詳細な説明

本発明はレーザ装置の中でも特に光伝送ファイバを用いるものに關し、その目的とするところは光伝送ファイバの折損や溶解を確実に検出してレーザの発振を停止させて、安全を確保することにある。

光伝送ファイバを用いるレーザ装置として外科用レーザメス装置を挙げることができる。波長  $10.6 \mu\text{m}$  の  $\text{CO}_2$  レーザを光源とするレーザメス装置では、レーザ光を手術部位に導く方法として2種類の方法がある。その一つはミラー開節型と称し、複数のミラーを用いてレーザ光を任意の位置、

方向に導く方法であり、もう一つの方法は細く可視性に富んだ光ファイバの中にレーザ光を通して任座の位置、方向に導く方法である。

通常の光通信に用いられる石英を主材料とする光ファイバは、可視性に非常に富んでおり、また可視光から近赤外域の1,~2  $\mu\text{m}$  位までは低損失で光を伝送できる。しかし外科用レーザメスの光源として用いられる波長 10.6  $\mu\text{m}$  の CO<sub>2</sub> レーザ光は殆んど通さない。そのため、CO<sub>2</sub> レーザメス用の光ファイバとしては波長 10.6  $\mu\text{m}$  に対する光透過特性の比較的良好な材料、例えばプロムヨウ化タリウム（一般に KRS-5 と呼ばれる）をファイバ状に加工して用いられる。しかしこの KRS-5 の光ファイバは多結晶構造を有するために、ある曲率以上に曲げると折れると云う欠点がある。一例として直徑 1  $\text{mm}$  の KRS-5 の光ファイバの場合には曲率半径約 12  $\text{mm}$  が限界であり、これ以上に曲げると折れてしまう。このため光ファイバを曲率制限型の外被で覆い、ある曲率までは殆んど抵抗なく自由に曲げられるが、一定の曲率以上には

が折れてもレーザ光を通してみるまでは破断を検出できないと云う欠点がある。また KRS-5 の光ファイバは前述のように折れ易く、脆いので、電気抵抗が温度によって変化する耐熱樹脂テープやフィルムを光ファイバの周囲に密着して巻くことは技術的に困難であると同時に、上記のようにして巻いた樹脂テープまたはフィルムの一部分の電気抵抗が変化したとしても、樹脂テープまたはフィルムの端部から見た抵抗は殆んど変化せず、電気抵抗変化による光ファイバの折損・溶解検出は容易でない。

そこで本発明は CO<sub>2</sub> レーザ光とは異なる波長の第 2 の光を用いて破断面の有無を直接に検出して上記欠点を回避したものであって、以下本発明の一実験例としてレーザメス装置の場合を例に挙げて図面に基づいて説明する。(1)は第 1 の光源としてのレーザ発振器で、CO<sub>2</sub> レーザ光を発生する。(2)はレーザ発振器(1)からの光ビームを集光する第 1 のレンズ、この第 1 のレンズ(2)によって所定の大きさに集光された光ビームの位置に光ファイバ

曲がらないようにして用い、安全性が確保されているのが現状である。しかし、万一使用中に光ファイバが途中で折れた場合には、破断面が多結晶であるために耐らかにならず、破断面での光の吸収が著しく増加し、破断面の温度が上昇して、ついには破断面の溶解が生じる。KRS-5 の溶解する温度は約 850 °C であり、破断面開曲の温度も上昇し、放っておくと外被にまで影響がおよび、危険な状態になる。また、もしも光ファイバの破断が原因となってレーザ光が光ファイバの外被から外へ直接出るような事が生じると危険は更に高まる。

このような事態になることを避けるために光ファイバの温度を測定して、温度上昇が検出された場合に直ちにレーザの発振を停止させるよう制御することが考えられる。光ファイバの温度を検出する具体例としては、温度によって電気抵抗が変化する樹脂テープまたはフィルムを光ファイバの周囲に巻く方法などが考えられる。しかしこの方法の場合には、保存中に何らかの原因で光ファイ

(3)の入射端面(3a)を設置してレーザ発振器(1)からの光ビームを有効に光ファイバ(4)に導く。(4)は第 2 のレンズで、光ファイバ(4)の出射端面(3b)から出射された光を集光する。なお、一点鋼線(6)は説明の便宜のために光ビームの経路を表わしたものである。(6)は第 2 の光源、(7)は第 3 のレンズで、第 2 の光源(6)からの光を光ファイバ(4)に入射させる。(8)はビームスプリッタで、レーザ発振器(1)からの光を殆んど 100%透過させると同時に、光ファイバ(4)の内部で反射して入射端面(3a)から再び出射する第 2 の光源(6)の光を効率よく反射させる。(9)は第 4 のレンズで、ビームスプリッタ(8)で反射した光を集光する。(10)は第 4 のレンズ(9)で集光された光を検出する光検出器、(11)は信号処理回路、(12)はレーザ発振器制御回路、(13)は表示警報装置である。

次に動作に基づいて構成を詳細に説明する。

レーザ発振器(1)から出射した光ビームは第 1 のレンズ(2)で集光されて光ファイバ(4)の入射端面(3a)に入射する。光ファイバ(4)の出射端面(3b)か

ら出射される光ビームは、光ファイバの屈折率や構造および入射端面(8a)における入射角などによって決まる屈がり角で出射し、第2のレンズ(4)がこの光ビームを焦点(6)に所定のスポットサイズで集光してレーザメスとして必要なエネルギー密度が得られる。なお、図面では説明の便宜上、光ファイバ(3)は直線状に書かれているが、光エネルギー1ワット～60ワットを伝送する光ファイバ(3)は直径1mm程度となり、手術のための動作をするに充分な可操作性を有し、従って任意な曲線状を見している。

光ファイバ(3)の破断を検出する目的のために取られた前記第2の光源(6)の波長は、レーザ発振器(1)の波長とは異なり、かつ光ファイバ(3)の透過スペクトル特性に合致し、更に光源およびこれに対応する光検出器が容易入手できる波長に選ばれる。例えば、1μm前後の波長は光透伝でも用いられているため光源および光検出器が容易であり、光ファイバ(3)の材料としてKRS-5を用いる場合には透過性も比較的良好である。もし、光フ

アイバ(3)の光透過特性が可視光の領域まで拡がっていれば、第2の光源(6)として可視光を用いることもできる。また同様に1μm～10μmの波長範囲の光を用いることも可能である。

第3のレンズ(4)の光軸は光ファイバ(3)の光軸に對してある角度を有するように配設され、この角度は前記第2の光源(6)からの光が反射するとき、この反射光が第1のレンズ(2)→ビームスプリッタ(8)→第4のレンズ(6)を通過して光検出器(9)に入射しないような角度でなければならない。云いかえると、光ファイバ(3)の入射端面(8a)で反射する前記第2の光源(6)からの光が光検出器(9)に入射しないように第3のレンズ(4)の光軸が傾けられる。この角度は前記レーザ光の光束の大きさや、前記第1のレンズ(2)の焦点距離などによって変わるが、およそ10度以上とする必要がある。

CO<sub>2</sub>レーザメスに用いられる光ファイバは、一般に大きな屈折率を有するため、その入射端面に斜めに入射される光でも光ファイバ内部へと伝播しえる特徴があり、本発明はこの性質を効率的に

利用している。例えば光ファイバ(3)の材料としてKRS-5を用いる場合、波長1μmに対する屈折率は約2.6という大きな値を示し、光ファイバ(3)の開口数は1.0になる。即ち、入射端面(8a)に殆んど平行に入射される光でも屈折して光ファイバ(3)内に入射し、しかも光ファイバ(3)内で全反射を繰り返しながら出射端面(8b)へ伝わって行く。

光ファイバ(3)内に入射された第2の光源(6)からの光は、光ファイバ(3)内を伝播して出射端面(8b)に達すると、一部は出射端面(8b)から光ファイバ(3)の外部へ出射し、一部は出射端面(8b)から反射される。前記出射端面(8b)はCO<sub>2</sub>レーザ光を低損失で効率的に導くために波長10.6μmに対して反射防止膜が施されているが、10.6μmと異なる波長の光に対しては反射防止効果が殆んどなく、第2の光源(6)からの光は出射端面(8b)で屈折率差によって定まる反射率で出射端面(8b)を反射する。この値はKRS-5の場合、約2%であり、前記第2の光源(6)としてCO<sub>2</sub>レーザ光の波長と異なる波長に選ばれたのはこのためである。

光ファイバ(3)の出射端面(8b)で反射した前記第2の光源(6)からの光は、光ファイバ(3)の内部を入射端面(8a)に向って逆方向に進行し、入射端面(8a)から光ファイバ(3)の外部に出射され、前記第1のレンズ(2)を逆方向に通ってビームスプリッタ(8)に入射する。ビームスプリッタ(8)はGe、ZnSe、またはCdTeなどの材料による平行平面板の表面にCO<sub>2</sub>レーザ光に対する反射防止膜を施したもの用いられるか、または前記レーザ光が偏光している場合には同様の材料から成る平行平面板を前記レーザ光に対してブリュースター角となるよう配設される。

光ファイバ(3)の入射端面(8a)にも出射端面(8b)と同様に波長10.6μmに対する反射防止膜が施されているが、一部のCO<sub>2</sub>レーザ光は入射端面(8a)で反射して再び光路を逆に進んでビームスプリッタ(8)に入射するが、該ビームスプリッタ(8)では、この光に対しても前記反射防止膜が効率的に作用するか、又はブリュースター角が効率的に作用するため、殆んど100%透過して反射されない。從

って、ビームスプリッタ(4)で反射した光の中には  $CO_2$  レーザ光は殆んど含まれておらず、前記光ファイバ(3)内で反射して入射端面(8a)から出射した前記第2の光源(4)からの光だけである。前記第2の光源(4)の波長として  $CO_2$  レーザ光の波長と異なる波長が選ばれたもう一つの理由はこのためである。しかし、光検出器(6)の前に  $CO_2$  レーザ光をカットするフィルタ(4)を示す)を入れておく方が好ましい。

ビームスプリッタ(4)で反射した第2の光源(4)からの光は第4のレンズ(6)で光検出器(6)に焦点を結び、該光検出器(6)の出力信号を信号処理回路(8)に入力して必要な信号処理を行い、その結果を用いてレーザ発振器制御回路(8)を駆動しレーザ発振器(1)の出力を制御する。

光ファイバ(3)が何らかの原因によって一部にクラックが入ったり、破断する場合、このクラック又は破断面は鏡面にならずに乱反射面になるため、破断面において光の吸収が増大して、第2の光源(4)からの光もこの破断面で殆んど吸収されて反射

面(8a)面に配設できるため、前記ハンドピースを軽量で直徑 20mm 程度以下にすることができる。

なお、上記実施例ではレーザメス使用中の光ファイバ(3)の破断検出について説明したが、レーザメスを使用していない場合でも前記第2の光源(4)、光検出器(6)、信号処理回路(8)および表示警報装置(9)のみを動作させることによって破断検出を行える。

以上説明のように本発明のレーザ装置によると、光ファイバの入射端面側に配設した装置によってレーザ光線の光伝送路としての前記光ファイバの折損・溶解を確実に検出することができ、この検出によってレーザの発振を停止させるため取扱い者ならびに周囲の人の安全を十分に確保できるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

図面は本発明のレーザ装置の一実施例のレーザメスの構成図を示す。

(1)一レーザ発振器(第1の光源)、(2)一第1のレンズ、(3)一光ファイバ (8a)一入射端面、(8b)

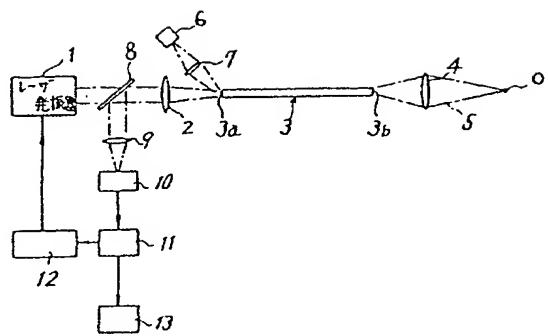
される光量は非常に少なくなる。その結果、光検出器(6)に入射する光量が減少するので、信号処理回路(8)によって光検出器(6)のこの出力変化を検出し、レーザ発振器制御回路(8)を制御してレーザ発振器(1)を停止させ、同時に表示警報装置(9)を起動させて光ファイバ(3)の破断の発生が直ちに操作者および周囲の人々に報知される。

このように光ファイバ(3)に破断・溶解が発生すると、光検出器(6)を介して直ちに信号処理回路(8)がこれを検知してレーザ発振器制御回路(8)および表示警報装置(9)を動作させるため、安全を十分に確保できる。

また、レーザメスを用いて手術を行う場合には前記第2のレンズ(6)を保持する円筒状ハンドピース(4)を握って行うため、このハンドピースは出来るだけ軽量で、かつ直徑 20mm 程度以下が望ましいが、本発明では光ファイバ(3)の破断検出のための第2の光源(4)、第4のレンズ(6)、ビームスプリッタ(4)、第1のレンズ(2)、光検出器(6)および信号処理回路(8)は全て光ファイバ(3)の入射端

…出射端面、(4)…第2の光源、(6)…第4のレンズ、(8)…ビームスプリッタ、(10)…光検出器、(11)…信号処理回路、(12)…レーザ発振器制御回路、(13)…表示警報装置

代理人 森本 雄弘



PAT-NO: JP358057767A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58057767 A  
TITLE: LASER DEVICE  
PUBN-DATE: April 6, 1983  
INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
ISHIWATARI, HIROMASA

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD COUNTRY N/A

APPL-NO: JP56157243  
APPL-DATE: October 1, 1981

INT-CL (IPC): H01S003/00, A61B017/00, B23K026/00

US-CL-CURRENT: 372/9

ABSTRACT:

PURPOSE: To accuracy detect breakdown or fusing of optical transmission fiber by quiding the CO<SB>2</SB> laser beam to the lens, guiding the light beam of the second light source to the fiber and then reflecting the light emitted from the incident edge surface after reflection at the inside of the beam spliter.

CONSTITUTION: The CO<SB>2</SB> laser beam 1 is converged 2 and then input to the incident edge surface 3a of the optical fiber, then output with the specified diverging angle, then converged 4 and thereby necessary energy density is obtained at the focus 0. When the light beam which is different in the wavelength from the CO<SB>2</SB> laser is input to the optical axis of fiber 3 from the light source 6 with the specified inclination, the light beam is partly emitted from the edge surface 3b and partly emitted from the incident surface end 3a after reflection. The CO<SB>2</SB> laser beam transmits through the beam splitter 8 and only the second light beam is reflected. The reflected beam is converged 9, the detected output 10 is processed 11 and thereby an output of oscillator 1 is controlled. According to this structure, when there is a crack on the optical fiber 3, the light beam of second light source 6 is almost absorbed thereby and amount of reflected light is attenuated and therefore the oscillator 1 is stopped and an alarm 13 is issued.

COPYRIGHT: (C)1983, JPO&Japio